

Пьезоэлектрические свойства бессвинцовой керамики на основе KNN-BLW

Т.С. Ильина¹, А.М. Кислюк¹, Д.А. Киселев¹, Г.М. Калева², Е.Д. Политова²

¹Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 119049 Москва, Россия

e-mail: ilina.tatina@gmail.com

²Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, 119991 Москва, Россия

Материалы на основе сегнетоэлектрика со структурой перовскита ниобата калия-натрия $(\text{K},\text{Na})\text{NbO}_3$ (KNN) рассматриваются как наиболее перспективная замена Pb-содержащих пьезоэлектриков. Тем не менее, проблема поиска составов бессвинцовых материалов со свойствами, сопоставимыми с PZT, все еще не решена.

Изучено влияние катионных замещений в подрешетках А- и В- ниобата калия-натрия на локальные пьезоэлектрические характеристики керамик $(1-x)(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{NbO}_3-x\text{Ba}(\text{Li}_{2/3}\text{W}_{3/5})\text{O}_3$ с $x = 0,02$ и $x = 0,04$ (KNN- x BLW), модифицированных легкоплавкими добавками LiF (5 мол. %) и KCl (10 мол. %) [1].

Керамические образцы KNN- x BLW получали методом твердофазного синтеза из карбонатов и оксидов двукратным обжигом. Однофазные образцы с ромбической структурой были получены при $T_1=1100$ К и спекании при $T_2=1373 - 1448$ К. Наблюдаемый сдвиг дифракционных пиков в область больших углов при увеличении значения x указывает на уменьшение объема элементарной ячейки в соответствии с замещениями в А- и В-подрешетках структуры перовскита катионами с меньшими ионными радиусами. Доменная структура (ДС), процессы переключения поляризации керамик различного состава на основе KNN исследованы методом силовой микроскопии пьезоотклика (СМП) на сканирующем зондовом микроскопе MFP-3D (Asylum Research, Oxford Instruments, Santa Barbara, США).

Исходная ДС керамики KNN- x BLW является полидоменной с размером доменов от 210 нм до 3 мкм (Рис. 1, левая колонка).

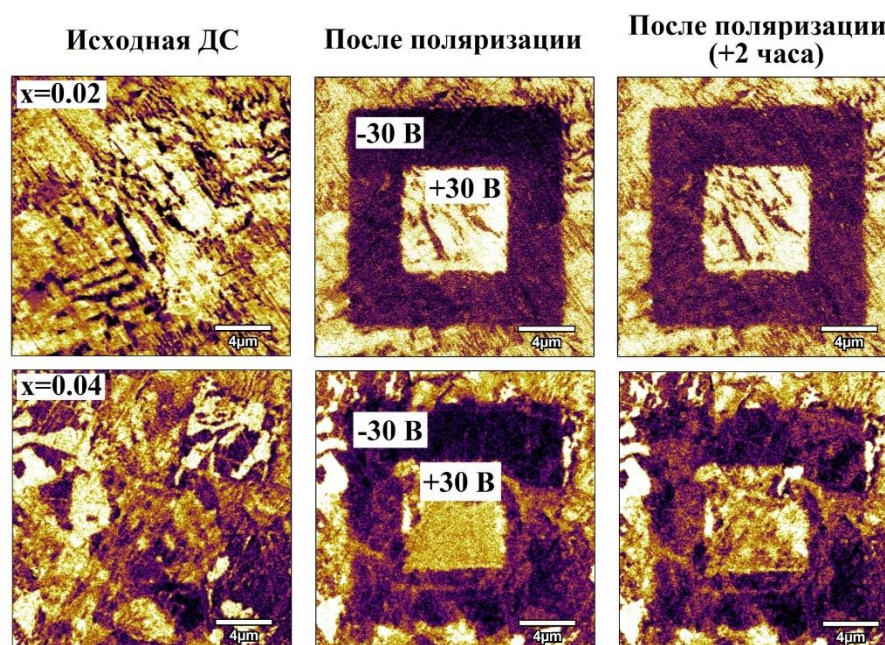


Рисунок 1. СМП изображения исходной доменной структуры, сразу после поляризации постоянным напряжением ± 30 В и спустя 2 часа для образцов KNN- x BLW с $x = 0,02$ и $x = 0,04$ с добавлением LiF (5 мол. %) и KCl (10 мол. %).

Для керамических образцов KNN- x BLW с $x = 0,02$ и $x = 0,04$ индуцированные домены создавались поляризацией квадратных областей постоянным напряжением: -30 В – внешний квадрат, $+30$ В – внутренний (рис. 1, средняя колонка). Образованные домены стабильны во времени (Рис.1, правая колонка), наблюдается незначительное (менее 10 %) уменьшение сигнала индуцированных доменов спустя 2 часа непрерывного сканирования заполяризованной области.

Для исследуемых в работе образцов в режиме спектроскопии переключения получены остаточные петли пьезоэлектрического гистерезиса (Рис. 2). Экспериментально установлено, что значения пьезоэлектрического коэффициента d_{33} равны 17 пм/В (для $x = 0,02$) и 9 пм/В (для $x = 0,04$) при максимальном напряжении $+30$ В.

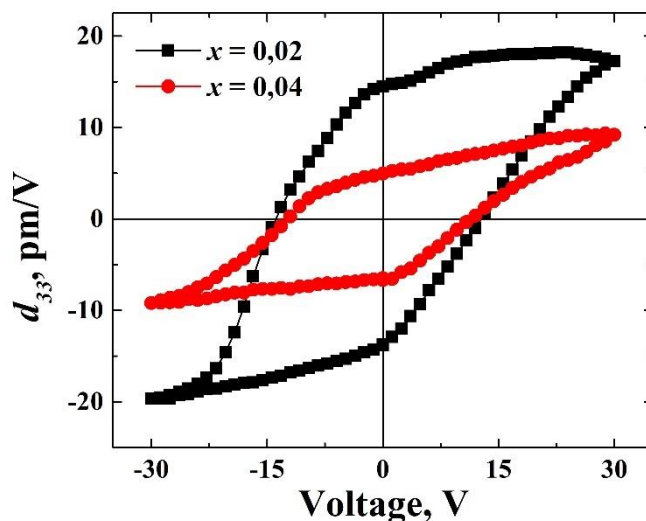


Рисунок 2. Остаточные петли пьезоэлектрического гистерезиса для образцов KNN- x BLW с $x = 0,02$ и $x = 0,04$ с добавлением LiF (5 мол. %) и KCl (10 мол. %).

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 20-32-90117 и 21-53-12005) и при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания (фундаментальные исследования, проект № 0718-2020-0031).

1. E.D. Politova, G.M. Kaleva, A.V. Mosunov, N.V. Sadovskaya, D.A. Kiselev, A.M. Kislyuk, T.S. Ilina, S.Yu. Stefanovich. *Ferroelectrics* **569**, 201 (2020).